

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

М.А.Н.

Мала академія наук  
України під егідою  
ЮНЕСКО

# ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



205

*років освітніх традицій*

**12-13 ГРУДНЯ 2023 РОКУ**

газу з боку пониженої проникності, а з іншої сторони не відбувалось швидке виснаження пласта з боку підвищеної проникності та забезпечувався вільний підхід газу до свердловини з усіх можливих напрямків.

### Література:

1. Азиз Х. Математическое моделирование пластовых систем. – М.: Ин-т компьют. исслед., 2004. – 416 с.
2. Кошляк В. А. Гранитоидные коллекторы нефти и газа. - Уфа: Изд-во “Тauf”, 2002. 256 с.
3. Левинсон Л. М., Конесев Г. В., Акбулатов Т. О. Бурение и навигация наклонных и горизонтальных скважин: учебное пособие. Уфа, 2013. 219 с.
4. Лубков М В., Захарчук О.О. Моделювання процесів фільтрації у неоднорідних анізотропних газоносних пластах. - Геоінформатика. 2020. Т. 73, N 1. С. 56 – 63.

**УДК 621.791:01.669**

## ВПЛИВ ПРУЖНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕТАЛІ НА СТАН ГАЗОПРОВОДУ

**Макаренко В.Д.**

*Херсонський національний технічний університет*

**Гоц В.І.**

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Максимов С.Ю.**

*Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України*

*maksimov@paton.kiev.ua*

**Винников Ю.Л.**

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**Макаренко Ю.В.**

*Університет «Манітобо», Канада*

*vynnyukov@ukr.net*

**Актуальність.** При проектуванні магістральних трубопроводів згідно нормативних вимог в якості характеристики, визначаючій спротив металу труб руйнуванню, прийнята ударна в'язкість за Шарпі. При цьому виходили з умови, що для забезпечення надійної роботи газопроводів зі зростанням пружної енергії стислого газу, спричиненого збільшенням діаметра та робочого тиску, ударна в'язкість металу труб також повинна зростати [1 – 4].

**Мета** дослідження – перевірка вищесформульованої умови шляхом пневматичних випробувань відрізків трубопроводів різної довжини (до 250 м).

**Методика та організація дослідження.** Нормативні вимоги щодо в'язкості металу труб газопроводів (сталі класу Х60-Х70) подано в табл. 1, яку доповнено параметрами, визначеними на повнотовщинних зразках типу DWTT.

Таблиця 1 – Вимоги до в'язкості металу труб газопроводів (сталі класу Х60-Х70)

параметри газопроводу	значення характеристик при мінімальній температурі експлуатації (-40° С)
-----------------------	--

діаметр труб, мм	робочий тиск, МПа	ударна в'язкість, КСВ, МДж/м <sup>2</sup>	поглинена енергія удару по DWTT, A <sub>П</sub> , кДж	кількість волокна в зламах за DWTT, В, %
800	до 10	0.3	–	50
< 1000	7.5	0.4	1.8	60
1000	5.5	0.5	2.0	65
1200	> 7.5	0.6	2.0	70
1200	5.5 – 7.5	0.6	2.2	70

Запропоновано розрахунково-експериментальний метод визначення необхідного рівня в'язких властивостей металу труб, який базується на наявності лінійної залежності між швидкістю руйнування і в'язкими властивостями металу труб, яка оцінюється за енергією руйнування повнотовщинних зразків.

**Результати дослідження.** За отриманими даними пневматичних випробувань відрізків трубопроводів різної довжини (до 250 м), зокрема, встановлено наступне. У металі труб з гарячекатаної сталі, на яких спостерігався крихкий протяжний розрив при температурі 10-20<sup>0</sup>С, середня швидкість розповсюдження тріщини складала 250-350 м/с з окремими максимальними значеннями 500 м/с при ударній в'язкості КСВ = 0.35-0.45 МДж/м<sup>2</sup> і 30-60 % волокна в зломі.

У металі труб із в'язкої нормалізованої сталі, в якій руйнування різко загальмувалося, з одного боку на 16 м, а з другого на 9.5 м, при температурі руйнування 10-20<sup>0</sup>С середня швидкість розповсюдження складала приблизно 120 м/с при розсіюванні значень до 35-40 м/с, а ударна в'язкість КСВ складала 0.60-0.70 МДж/м<sup>2</sup> при майже повністю в'язкому зломі.

Кількість волокна у нормалізованої сталі складало 80-95 % при температурі 20<sup>0</sup>С і знижувалася до 60-85 % при 0<sup>0</sup>С, тобто була задовільною у всьому інтервалі температур, при яких спостерігалось руйнування ділянки газопроводу.

Отже, порівняльні дослідження металу труб зруйнованої ділянки газопроводу показали, що для гарячекатаної сталі при температурі руйнування 10-20<sup>0</sup>С швидкість розповсюдження тріщини складала 200-230 м/с і вище, а для сталі нормалізованої – 120-130 м/с, тобто в 1.5 раз менше. Це свідчить про суттєвий вплив структурно-фазового складу сталі та її термообробка на спротив труб крихко-в'язкому руйнуванню газопроводів.

**Висновки.** Таким чином, експериментально встановлено залежність між поглинутою енергією удару та температурою випробувань повнотовщинних зразків DWTT для різних марок сталей з різним структурно-фазовим складом і термічною обробкою, що підвищує достовірність оцінювання спротиву руйнуванню на повнотовщинних зразках.

Експериментально досліджено за умов натурних випробувань секцій труб кінетику розповсюдження тріщин залежно від в'язко-крихких властивостей трубних сталей.

**Література:**

1. Андрейків О.Є. Міцність і руйнування металічних матеріалів і елементів конструкцій у водневомісних середовищах / О.Є. Андрейків, Г.М. Никифорчин, В.І. Ткачов // Фізико-механ. ін-т: під ред. В.В. Панасюка, НАН України, Фізико-механ. ін-т ім. Г.В. Карпенка. – Львів: Простір-М, 2001. – С. 248 – 286.
2. Дмитрах І.М. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень / І.М. Дмитрах, В.В. Панасюк. – Львів: Львівська обласна книжкова друкарня, 1999. – 342 с.
3. Макаренко В.Д. Розрахунковий метод оцінки безпечного експлуатаційного ресурсу металоконструкцій нафтогазового призначення / В.Д. Макаренко, Ю.Л. Винников, Ю.В. Макаренко // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2020. – №4. – С. 28 – 33.
4. Полігонні випробування газопроводів: Монографія / В.Д. Макаренко, О.В. Стогній, В.І. Гоц, С.Ю. Максимов, Ю.В. Макаренко, О.Е. Чигиринець, В.І. Савенко, Ю.Л. Винников. – Ніжин.: НДУ ім. М.В. Гоголя. – 2023. – 166 с.

**УДК 624.072.2.012**

**РОЗРАХУНОК ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ  
ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДАМИ ОПТИМІЗАЦІЇ**

**Микитенко С.М.**

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
mikutas@gmail.com*

В Україні діють нормативні документи з проектування залізобетонних конструкцій [1, 2], котрі базуються на підходах, закріплених у нормах Євросоюзу. Розрахунку несучої здатності залізобетонних конструкцій ґрунтуються на деформаційній моделі, яка враховує деформації стиснутого бетону та арматури. Згідно з цими нормами критерієм вичерпання несучої здатності може бути досягнення максимального, згинального моменту  $M_{MAX}$  або поздовжньої сили  $N_{MAX}$  (рис. 1), руйнування стиснутого бетону внаслідок досягнення фібровими деформаціями граничних значень  $\varepsilon_{cul}$  або розрив арматурних стержнів унаслідок досягнення граничних деформацій  $\varepsilon_{ud}$ . Розрахункові залежності, котрі використовуються в діючих нормах, більш складні, ніж ті, що застосовувалися раніше, зокрема алгоритм, наведений у нормах [2, додаток Д], передбачає тільки ітераційний метод перевірки несучої здатності.